PERSPECTIVAS
REVISTA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

VOL. 7, Nº 2, 2022, P. 72-98
ISSN: 2448-2390

Émilie du Châtelet en tiempos de newtonianismo: Hacia un nuevo método

Émilie du Châtelet in times of Newtonianism: towards a new method

Émilie du Câtelet em tempos de Newtinianismo: rumo a um novo método

DOI: 10.20873/rpv7n2-44

Daniel N. Camesella

Orcid ID: 0000-0001-8880-9688
Email: dnieto1@us.es

Resumo
El siglo XVIII está considerado como una época en la que el método de investigación newtoniano está bien establecido y su uso no se cuestiona, según autores como Kuhn. Sin embargo, como veremos, esto está muy alejado de la realidad, ya que aquí planteamos los dos objetivos siguientes: por un lado, observaremos como dentro de los propios llamados newtonianos no hay un uso uniforme del método newtoniano y que algunos de ellos incluso lo modifican en sus obras donde exponen la doctrina de Newton. Por otro lado, expondremos el método de Émilie du Châtelet, quien, habiendo leído a Newton y a estos pensadores, siente rechazo hacia la metodología que proponen y se dispone a elaborar lo que se puede considerar un precedente del método hipotético-deductivo utilizado hoy día. Lo que se persigue con el presente estudio, en definitiva, es arrojar luz sobre la situación del newtonianismo del siglo XVIII y mostrar el trabajo de du Châtelet como un puente entre dos épocas en relación a la metodología.

Palabras claves
Método. Metodología. Newtonianismo. Hipotético-deductivo. Émilie du Châtelet.

Resumo
O século XVIII é considerado uma época em que o método de pesquisa newtoniano está bem estabelecido e o seu uso não é questionado, segundo autores como Kuhn. No entanto, como veremos, isso está longe da realidade, pois aqui propomos os seguintes dois objetivos: por um lado, observaremos como dentro dos próprios autores chamados newtonianos não há um uso uniforme do método newtoniano e que alguns deles até o modificam em suas obras onde expõem a doutrina de Newton. Por outro lado, exporemos o método de

Émilie du Châtelet, que, tendo lido Newton e esses pensadores, rejeita a metodologia que eles propõem e se prepara para elaborar o que pode ser considerado um precedente do método hipotético-dedutivo utilizado hoje. Em última análise, o objetivo deste estudo é lançar luz sobre a situação do newtonianismo no século XVIII e mostrar a obra de du Châtelet como uma ponte entre duas épocas em relação à metodologia.

Palavras-chave
Método. Metodologia. Newtonianismo. Hipotético-dedutivo. Émilie du Châtelet.

Introducción

Desde la publicación de la obra de Newton, sus teorías y propuestas han sido estudiadas a lo largo de todos estos siglos, pero no pasa lo mismo con algunos de los llamados newtonianos[1]. Si atendemos a sus obras, encontraremos que hay razones para plantearnos qué significa ser un newtoniano y si los autores que tratamos aquí realmente lo son o no. Dentro de esta incertidumbre es donde se inserta Émilie du Châtelet, quien, siendo una buena conocedora del pensamiento del inglés, observa un método que ofrece desafíos y problemas a ser enfrentados. Este rechazo hacia el método newtoniano provocará que la francesa cree su propio método de investigación científica. Estas son las dos tesis que perseguimos: por un lado, mostrar el contexto metodológico del newtonianismo de principios a mediados del siglo XVIII y, por otro lado, mostrar cómo esto pudo ser una razón de peso para que du Châtelet propusiese un nuevo método de investigación científica.

Este trabajo queda dividido en dos secciones principales. La primera se encarga de mostrar la metodología de los newtonianos, donde los subdividimos en otras dos secciones. Por un lado, encontramos a Keill y Pemberton y por otro a Musschenbroek y ‘s Gravesande. Esta división se debe a las divergencias con Newton; mientras que encontramos pocas diferencias en los dos primeros, los dos últimos se alejan más del pensamiento del inglés. Por otro lado, la segunda sección está dedicada al pensamiento de du Châtelet, que a su vez está dividida en

[1] Hay que remarcar que no todos los newtonianos se encuentran dentro del marco filosófico que voy a tratar aquí. Algunos pensadores, como Voltaire, son prueba de que no todos los newtonianos tuvieron ideas contrarias al inglés y siguieron su doctrina de manera amplia.

otras dos secciones. El primer punto estaría dedicado a los primeros principios del conocimiento humano, mientras que el segundo está dedicado al uso de hipótesis. Estos son los dos aspectos fundamentales de la metodología propuesta por Châtelet.

1. El método newtoniano y su uso

Los inicios del siglo XVIII se muestran dominados por el pensamiento de Newton, quien había recientemente llegado a ser presidente de la Royal Society (1703) y difundía sus ideas sin ningún tipo de impedimento. Ya en su *Opticks* podemos encontrar gran parte del pensamiento maduro del inglés, además de las futuras reediciones que recibirá sus *Principia* (1713 y 1726). Durante este tiempo, Newton tuvo numerosos seguidores, entre los que destacamos a John Keill, Henry Pemberton, Willem 's Gravesande y Pieter van Musschenbroek.

Aquí expondremos cómo interpretaron la doctrina newtoniana estos autores, siendo los más importantes divulgadores de Newton durante la primera mitad del siglo XVIII. Así pues, lo primero que hay que preguntarse es: ¿qué significa ser newtoniano? Mientras que se puede llegar a pensar que significa seguir a Newton en todas sus doctrinas, lo cierto es que esto está muy alejado de la realidad. Sin ir más lejos, 's Gravesande aseguraba que lo importante era seguir a Newton sólo en su método (Ducheyne, 2017, p. 196). Esto también lo podemos corroborar en lo dicho por Musschenbroek, quien expone lo siguiente: "He adoptado la opinión del noble Leibniz en lo concerniente a las fuerzas de los movimientos de los cuerpos, duplicando su velocidad al cuadrado; y lo he confirmado mediante demostraciones y experimentos" (en Ducheyne, 2017, 196).

Vemos que, efectivamente, encontramos a newtonianos que no seguían a Newton al pie de la letra, a pesar de que las obras de ambos autores estaban consideradas como introducciones fiables al pensamiento del inglés. Sin embargo, ¿son estos autores fieles a Newton también en el método? Antes de responder a esta pregunta, vamos a analizar el primer capítulo de cada

una de las obras de los autores mencionados más arriba, donde se aborda una introducción al método de investigación newtoniano[2].

1.1. Keill y Pemberton

En primer lugar, encontramos a Keill, quien fue alumno directo de Newton. En el primer capítulo de su obra, titulado *Of the Method of Philosophizing,* Keill hace un recorrido por la historia de la ciencia, dividiendo a los filósofos en cuatro grupos: los pitagóricos y platónicos, que centraban su método en la geometría; los peripatéticos, que se preocupaban por la materia y la forma y, según Keill, lo único que hicieron fue dar nombres a las cosas e inventaron términos que expresaban adecuadamente las acciones naturales; los experimentadores, que defendían que las propiedades de las acciones de todos los cuerpos se manifiestan ante nuestros sentidos; y, por último, los mecanicistas, que creen poder explicar todos los fenómenos de la naturaleza a través de la materia y el movimiento, por la figura y la textura de las partes (Keill, 1745, p. 1-3). Siguiendo a Newton, alaba el uso de la geometría y la aritmética, ya que son disciplinas muy necesarias para la filosofía y ayudan a descubrir con certeza las causas naturales, por lo que está de acuerdo con el método del primer grupo arriba mencionado. En cuanto al grupo de los peripatéticos, Keill no se muestra muy conforme a ellos, ya que sólo usarían palabras sin tratar de definir correctamente lo que significan. Al tercer grupo, los experimentadores, les achaca el hecho de que muchas veces realizan experimentos simples y se olvidan de los más complejos, siendo estos los que nos proporcionan los axiomas o principios. Finalmente, trata a los atomistas y a los seguidores de la nueva filosofía, quienes dicen que los fenómenos pueden ser explicados por la materia y el movimiento y las conocidas leyes de la mecánica. Es aquí donde se enmarcaría a Descartes y los cartesianos (Keill, 1745, p. 3-7).

Hay que seguir los siguientes pasos para evitar errores en filosofía: el primero consiste en establecer definiciones necesarias que se deduzcan de los fenómenos a través de la observación rigurosa. Por lo tanto, definirá las cosas por sus propiedades que la experiencia muestra

[2] Solo Keill no incluye las reglas para el filosofar en el primer capítulo de su obra, sino en uno posterior.

como pertenecientes a las cosas mismas; y una vez hecho esto, de acuerdo al método geométrico, deducirá otras propiedades de las cosas mismas. En segundo lugar, mientras estamos investigando las verdades naturales, sería ventajoso considerar sólo las condiciones que fueron supuestas en un principio, abstrayéndonos de otras consideraciones cualesquiera. En tercer y último lugar, es necesario empezar por la más simple de las causas y, habiéndolas asegurado, podremos entonces avanzar hacia otras más compuestas (Keill, 1745, p. 7-9).

Lo cierto es que Keill no menciona de manera explícita las *Regulae Philosophandi* de Newton, aunque se pueden ver atisbos de éstas en su defensa contra los cartesianos. Keill, al haber muerto en 1721, fue incapaz de conocer la inclusión de la Regla IV en la tercera edición de los *Principia* de Newton, por lo que es imposible que en su introducción encontremos alguna crítica o defensa de las hipótesis, aunque es cierto que el propio Newton cambió la nomenclatura de sus *Reglas* de la primera a la segunda edición. En la segunda edición de los *Principia*, las Hipótesis I y II fueron reetiquetadas como Regla I y II, y la Hipótesis III fue eliminada y reemplazada por una nueva Regla III. En la tercera edición se reformularon las Reglas I a III y se introdujo la Regla IV (Ducheyne, 2012, p. 110-111)[3].

Continuamos ahora con otro de los newtonianos más famosos: Henry Pemberton. El primer capítulo de su obra, *A view of Sir Isaac Newton's philosophy,* se llama *Introduction concerning Sir Isaac Newton's method of reasoning in philosophy*. Pemberton empieza su capítulo alabando el método introducido por Bacon en su *Novum Organum*, donde distingue dos métodos: uno falso y otro verdadero. El método alabado por Pemberton consistiría en proceder cautamente, avanzar paso a paso, reservando los principios más generales para el último resultado de nuestras investigaciones. Al igual que Keill, Pemberton se encarga en este capítulo de criticar a Descartes y a los cartesianos, pero con una diferencia. Mientras que Keill defiende el uso de

[3] Las reglas son las siguientes:
REGLA I. No se deben admitir otras causas que las necesarias para explicar los fenómenos; REGLA II. Los efectos del mismo género deben siempre ser atribuidos, en la medida en que sea posible, a la misma causa; REGLA III. Las cualidades de los cuerpos que no son susceptibles de aumento ni disminución y que pertenecen a todos los cuerpos sobre los cuales se pueden hacer experimentos, deben ser miradas como pertenecientes a todos los cuerpos en general; REGLA IV. En la filosofía experimental, las proposiciones sacadas por inducción de los fenómenos deben ser miradas, a pesar de las hipótesis contrarias, como exacta o aproximadamente verdaderas, hasta que algunos otros fenómenos las confirmen enteramente o hagan ver que están sujetas a excepciones.

los sentidos para las primeras observaciones, Pemberton dice que nuestros sentidos son débiles[4] y que la Naturaleza excede nuestras capacidades mentales[5]. Este sería uno de los impedimentos que encontramos para proceder correctamente en ciencia, según cita de la obra de Bacon. Otro prejuicio sería preceder la observación: estamos expuestos, dice Pemberton, a las opiniones, que han tomado posesión de nuestras mentes, por lo que el conocimiento natural está corrupto[6]. El tercer prejuicio se corresponde con las palabras que son laxas e indefinidas en el discurso ordinario, ya que crean ambigüedades en los debates filosóficos. Debemos rechazar dos tipos de palabras: las primeras son las imaginarias, pero hay otras palabras que aluden a la realidad cuya significación es confusa, por lo que debe despejarse su oscuridad. El último prejuicio está dividido en tres tipos: el filosófico, el empírico y el superfluo. El primero se refiere a una construcción filosófica especulativa, sin experimentación; el segundo se refiere a experimentos que son llevados a cabo sin razonamiento alguno; y el tercero se refiere a opiniones erróneas sobre la naturaleza, como las ideas de la religión. A diferencia de Keill, en Pemberton encontramos un rechazo hacia las hipótesis, ya que dice que "las causas son asumidas sobre las conjeturas, ya que nada puede ser adquirido de ellas" (Pemberton, 1728, pp. 4-12). Esto no es de extrañar, ya que fue quien se encargó de revisar la última edición de los *Principia* de Newton y conocía la inclusión de la Regla IV.

Dice ahora que nuestro primer paso debe ser admitir sin distinción todas las propiedades, las que observamos, y después debemos distinguir entre las cualidades que son sustanciosas y las que son apariencias, que resultan de la estructura sola de los cuerpos compuestos. Algunas de las propiedades que observamos en las cosas son los atributos de los cuerpos particulares simplemente; otras pertenecen universalmente a todas. Además, asegura que Newton

[4] No se entiende esta afirmación de Pemberton. Precisamente el método baconiano muestra una confianza plena en los sentidos, por lo que cabe la posibilidad de que su lectura del *Novum Organum* no sea correcta.

[5] Da el ejemplo de que es una simpleza que los planetas se muevan en perfectos círculos, esto es, piensa que el círculo sería un movimiento demasiado simple y no explicaría correctamente los movimientos planetarios; también cita a Descartes, que, sin ninguna prueba, dice que todas las cosas están hechas de tres tipos de materia solamente. Vemos que no leyó o entendió correctamente a Descartes, ya que la materia según el francés es una, aunque dividida en tres elementos que se distinguen por su tamaño.

[6] Los ejemplos que da aquí son los siguientes: "Aristóteles, quien redujo su física a disputaciones lógicas; y los químicos, quienes pensaron que la naturaleza podía ser descubierta por la fuerza de sus llamas".

está en lo cierto al concluir que la gravedad es una propiedad universal perteneciente a todos los cuerpos perceptibles en el universo, y a cada partícula de materia, de la cual están estos cuerpos compuestos[7]. También es interesante la opinión de Pemberton con respecto a las matemáticas, donde dice lo siguiente:

> Las demostraciones de la filosofía natural no pueden ser tan concluyentes como las de las matemáticas. Porque los sujetos de esa ciencia son puramente las ideas de nuestras propias mentes. Pueden estar representados para nuestros sentidos por objetos materiales, pero ellos mismos son producciones arbitrarias de nuestros propios pensamientos; de modo que cuando la mente pueda tener un conocimiento completo y adecuado de sus propias ideas, el razonamiento en geometría pueda perfeccionarse. Pero en el conocimiento natural el tema de nuestra contemplación está fuera de nosotros, y no es posible conocerlo tan completamente: por lo tanto, nuestro método de argumentación debe estar un poco por debajo de la perfección absoluta. Aquí sólo se requiere tomar un rumbo justo entre los métodos conjeturales de proceder, contra los cuales he hablado tan ampliamente; y exigiendo pruebas tan rigurosas que reduzcan toda filosofía al mero escepticismo y excluyan toda perspectiva de hacer algún progreso en el conocimiento de la naturaleza[8] (Pemberton, 1728, pp. 19-20).

Está claro que Pemberton concibe las matemáticas como una ciencia a priori en tanto que está en nuestra mente y es independiente de la experiencia, a pesar de que podamos "proyectarla" sobre los objetos físicos a través de la geometría[9]. Pemberton cierra su capítulo exponiendo las *Reglas* de Newton, aunque no incluye la cuarta, sorprendentemente. Sentencia diciendo que "en estos preceptos se encuentra el método de razonar por inducción, sin el cual el progreso no sería posible en filosofía natural" (Pemberton, 1728, p. 21). Pemberton sigue a Newton de cerca también en el método, aunque sus ideas sobre las matemáticas puede que no coincidan del todo con las del famoso pensador inglés. Si atendemos a lo que nos dice de Paz (2021), nos recuerda que la idea que Newton tiene de las matemáticas es muy diferente a la

[7] Muchos newtonianos aseguraban que la gravedad era una propiedad universal de los cuerpos, lo cual el propio Newton negaba. Esto se debe a la explicación que da Newton sobre la gravedad. Ésta puede disminuir, pero no se puede perder completamente. Es obvio que el peso de un cuerpo puede disminuir: como explicó Newton, a medida que un cuerpo se aleja más de la superficie de la tierra, la fuerza gravitacional ejercida sobre él disminuye. Sin embargo, no puede ser el caso de que un cuerpo *in rerum natura* no esté sujeto a la fuerza gravitacional. Al ser material, es decir, al tener masa, todos los cuerpos están sujetos a la fuerza gravitacional. La regla III nos instruye a concluir que todos los cuerpos universalmente están sujetos a la gravitación (Cf. Ducheyne, 2012, pp. 117-118).

[8] Todas las traducciones son mías salvo que se indique lo contrario.

[9] Esta idea que tiene Pemberton sobre las matemáticas se acerca más a una concepción lockeana que newtoniana, ya que el primero concebía a las matemáticas como arbitrarias, al igual que Pemberton.

que muestra aquí Pemberton. Para aquél, la geometría se funda en la mecánica práctica, mientras que, para éste, las matemáticas estarían ya en la mente y serían ideas arbitrarias, al margen de lo experimentado en la naturaleza.

1.2. Musschenbroek y ‘s Gravesande

Vemos como hasta ahora los dos filósofos ya tratados siguen la estela de Newton, pero cuando llegamos a ‘s Gravensande y a Musschenbroek no lo tenemos tan claro, como ya hemos comprobado. Nos interesa especialmente el primero de ellos, ya que afirmaba que para ser newtoniano había que seguir el método newtoniano simplemente, pero lo cierto es que en el caso de ‘s Gravesande encontramos ciertas discrepancias.

Pasaremos a encargarnos primero de Musschenbroek y dejaremos a ‘s Gravesande para el final, ya que se trata del más interesante sin lugar a duda. La obra de Musschenbroek se titula *The elements of natural philosophy*, y su capítulo inaugural *Concerning Philosophy, and the rules of Philosophizing.* En este caso, empieza detallando que la filosofía

> …es el conocimiento de todas las cosas, tanto divinas como humanas, y de sus propiedades, operaciones, causas y efectos, que pueden ser conocidas por el entendimiento, los sentidos, la razón o por cualquier otro medio. El fin de ello es garantizar la felicidad de la humanidad en tanto es alcanzada en esta vida (Musschenbroek, 1744, p. 1).

Las cosas divinas son las referidas a Dios, mientras que las humanas se refieren a las acciones de los hombres, incluidas las creaciones artificiales hechas con sus propias manos. Ahora bien, lo que es espiritual sólo puede ser conocido a través de la razón y el entendimiento, mientras que las cosas corpóreas pueden ser conocidas *sólo* a través de los sentidos y el entendimiento y, posteriormente, ser extendidas a la razón y la reflexión.

A continuación, hace una división de la filosofía[10] en varias disciplinas y nos advierte que la mejor manera de aproximarse a ella es a través de las artes liberales, siendo la más importante la matemática, que agudiza la mente y es útil para las demostraciones, además de que sin

[10] La divide en (1) la neumática (pneumaticks); (2) la física; (3) la teleología; (4) la metafísica; (5) la filosofía moral; (6) la lógica.

ella no podríamos saber nada acerca de la mecánica, la hidrostática, la óptica o la astronomía (Musschenbroek, 1744, p. 3). Lo que nos interesa en este caso es la física, que trata sobre los cuerpos, el espacio y el movimiento. Cualquier cosa que podemos ver o sentir, o que resista presión, es lo que conocemos como cuerpo. La extensión del universo, donde los cuerpos están situados y se mueven por todas partes, es el espacio. Y la traslación de un cuerpo de una parte del espacio a otra, es el movimiento, dice Musschenbroek.

Además, da también una definición de qué son leyes para él, siendo éstas "las constantes apariciones, que son siempre las mismas, cuando los cuerpos están dispuestos en iguales circunstancias" (Musschenbroek, 1744, p. 5). Estas leyes son descubiertas sólo por el uso de nuestros sentidos, no por cualquier tipo de ideas innatas. El constante movimiento siempre será obtenido de las mismas ocasiones, que son dadas por Dios, dice Musschenbroek. Aquí podemos pensar que está siguiendo la Regla II de Newton[11] o, más bien, que sigue a Descartes y a Malebranche en la corriente conocida como ocasionalismo.

Dado que no conocemos todas las leyes, es necesario seguir investigando tanto los cuerpos terrestres como los celestes y para alcanzar el mayor grado de conocimiento posible hay que examinar los tres reinos que se dan en la tierra, esto es, el vegetal, el animal y el fósil –se refiere a piedras y metales. Para lograr esto, dice Musschenbroek, hay que seguir las reglas para el filosofar de Newton. Al igual que Pemberton, en las últimas páginas del capítulo, introduce las reglas de Newton junto con una explicación de cada una de ellas, aunque tampoco incluye la Regla IV.

Musschenbroek apunta que el antiguo método de razonar mediante hipótesis ha sido reemplazado por un acercamiento experimental y matemático de estudiar la naturaleza, que caracteriza como "modesto" (Ducheyne, 2017, p. 199). Tanto 's Gravesande como Musschenbroek niegan que tengamos acceso epistémico a las sustancias de las cosas, lo cual es compatible con las ideas de Newton sobre la materia. En el Escolio General, Newton estableció que sólo

[11] La segunda regla de Newton reza así: Los efectos del mismo género deben siempre ser atribuidos, en la medida en que sea posible, a la misma causa. Puede que las "mismas ocasiones" sean las "mismas causas", de ahí que pueda estar siguiendo a Newton, aunque el uso de una terminología en lugar de otra parece indicar que se distancia del inglés aquí también.

vemos las formas y colores de los cuerpos, oímos sólo sus sonidos, tocamos sus superficies externas, olemos sólo sus olores, y saboreamos sólo sus sabores, pero no hay un sentido directo y no hay acciones indirectas reflejadas por las cuales conocemos sustancias intrínsecas (en Ducheyne, 2017, p. 201; Newton, 1999 [1687], p. 942).

Pasamos en último lugar a ‘s Gravesande, cuya obra se titula *Physices elementa mathematica, experimentis confirmata; sive introductio ad philosophiam Newtonianam*, siendo su primer capítulo *De Scopo Physices & regulis Philosophandi*. Al contrario que el resto de newtonianos, ‘s Gravesande no dedica una extensión considerable a su primer capítulo –sólo tres páginas. En este caso, el primer capítulo empieza dando unas definiciones generales sobre los fenómenos y el movimiento. En estas definiciones habla del papel de Dios, quien nos muestra las causas de los fenómenos y somos nosotros los que debemos investigarlas, ya que es su deseo que conozcamos las causas del movimiento. Estas reglas son las llamadas leyes de la naturaleza. Al igual que Musschenbroek, habla de que todo es una ocasión de Dios para que los fenómenos se den siempre de la misma manera y nosotros poder investigarlos. A continuación, dice que las leyes de la naturaleza, si no surgen del examen de los fenómenos naturales, no pueden ser extraídas de ningún otro modo. Por último, termina con las tres primeras Reglas de Newton, aunque está claro, por lo que deja entrever en este primer capítulo, que todas las leyes deben deducirse de los fenómenos (‘s Gravesande, 1742, pp. 1-3).

Si nos fijamos solamente en los primeros capítulos de estos autores dedicados al método newtoniano, vemos que ninguno difiere prácticamente de las *Regulae* de Newton. Sin embargo, como señala Ducheyne (2017), tanto Musschenbroek como ‘s Gravesande, alteran el método si seguimos leyendo sus obras de introducción a la doctrina newtoniana. Hemos visto cómo ‘s Gravesande omite también la Regla IV, pero esta vez parece ser que fue deliberadamente. Tal y como apunta Pierre Brunet, ‘s Gravesande omitió la cuarta regla de Newton al no poder reconciliar la noción de aproximación establecida en la regla por Newton con su propia preocupación de certeza en física[12] (Brunet, 1926, pp. 88-90). Sabemos que ‘s Gravesande leyó la tercera

[12] Como nos dice Ducheyne (2012), la regla IV nos muestra que Newton se estaba acercando al mundo empírico en una secuencia de aproximaciones.

edición de los *Principia* (1726), ya que en su biblioteca personal se puede encontrar un ejemplar de la obra (Ducheyne, 2017, pp. 223-224).

De acuerdo con Newton, el análisis[13] resuelve sólo cuestiones empíricas (Newton, 1979 [1704], p. 404). El método sintético es usado cuando establecemos cómo explicar a otras personas cosas que tenemos en nuestra mente, dice ‘s Gravesande. Para él, el método sintético es el método por el que explicamos principios ya establecidos previamente; para Newton, por el contrario, la síntesis es el método por el cual explicamos previamente fenómenos inexplicados y probamos dichas explicaciones (Ducheyne, 2017, p. 230). Según entiende Newton, la síntesis es un estadio adicional en el que el resultado obtenido del análisis va más allá de lo experimentado al considerar fenómenos que son tan remotos como posibles de aquellos considerados por el análisis (Ducheyne, 2012, p. 166).

Además, ‘s Gravesande elabora una serie de reglas propias para su método, donde llama la atención una de esas reglas: Siempre que (la pregunta) se relacione con cosas que existen externamente a nosotros y cuya cognición pertenece a la evidencia moral, nunca deberíamos aplicar conclusiones a las cosas en sí mismas, aunque se deduzcan mediante un raciocinio válido de ideas verdaderas, a menos que sea seguro por la observación que nada más, que no fue considerado en el raciocinio, impide la conclusión a seguir (en Ducheyne, 2017, p.231). Esta regla supone que queremos dar explicación de los movimientos astronómicos analizándolos

[13] El método newtoniano no consiste en una inducción por enumeración al estilo aristotélico, sino que es un método que funciona por inducción-deducción, lo cual equivale a análisis-síntesis. La parte del análisis consiste en hacer experimentos y observaciones, por lo cual llegamos a una inducción de los principios. La síntesis, por el contrario, consistía en suponer descubiertas las causas y establecidos los principios, por lo que se pretende demostrar con ellos las explicaciones científicas. De todo esto se deduce la cuarta regla, donde se hace una defensa del método inductivo y de las suposiciones observadas y confirmadas mediante experimentos, dejando a la imaginación de lado.

Las inferencias básicas de Newton a partir de fenómenos están respaldadas por regularidades que hacen que las proposiciones inferidas cuenten como valores de parámetros medidos por los fenómenos a partir de los cuales se infieren. Sus inferencias sobre la gravedad del cuadrado inverso hacia el sol y los planetas con lunas son buenos ejemplos de lo que podríamos considerar deducciones directas de los fenómenos, según la metodología de Newton. La inferencia de Newton de extender la gravedad de la inversa del cuadrado a los planetas sin órbitas de satélites para medirla es un buen ejemplo que Newton considera que generaliza por inducción tales proposiciones. Extiende dichos parámetros, con valores encontrados constantes para el Sol y todos los planetas con órbitas de satélite para medirlos, a planetas sin fenómenos orbitales accesibles para nosotros. Los fenómenos orbitales que miden la dirección centrípeta y la variación del cuadrado inverso de la gravitación se toman para medir estas propiedades de la gravitación hacia los planetas en general (Harper, 2011, p. 350).

matemáticamente. Una vez introducimos una hipótesis específica concerniente a estos movimientos, las matemáticas nos suministrarían los medios para determinar sus consecuencias deductivas. Dado el rechazo de las hipótesis de ‘s Gravesande, parece una sorpresa que éstas ocuparan un lugar tan central en su método. Esto se debe a su preocupación por la certeza. Quería mostrar que una proposición probable podía conllevar cierta “certeza moral”. En el prefacio de la tercera edición de sus *Physices elementa* (1742), ‘s Gravesande escribió: “No niego que las hipótesis puedan abrir el camino a la verdad; pero una vez se demuestra que es cierto, lo que antes solo se suponía, ya no deja lugar para hipótesis”. En otras palabras, estaba altamente preocupado por la creación de un método y la restricción del uso de las hipótesis (Cf. Ducheyne, 2017, pp. 231-233).

Las hipótesis son requeridas en aquellos casos en los que no podemos llegar directamente a la certeza. Dice ‘s Gravesande en sus *Introductio ad Philosophiam* (1737):

> En muchas cosas dadas, cuando nos comprometemos a examinarlas, no descubrimos un camino abierto por el cual podamos llegar directamente a la certeza. Entonces debe buscarse la probabilidad, pero a menudo no se concede a menos que se trate de hipótesis, que, sin embargo, a veces conducen a tal probabilidad que deben tomarse por certeza (en Ducheyne, 2017, p. 233).[14]

‘s Gravesande define una hipótesis de la siguiente manera:

> Por hipótesis entendemos algo fingido mediante lo cual se responde a una pregunta propuesta. Uno debería actuar sobre esta respuesta ficticia como si fuera verdad; sin embargo, (nuestro) razonamiento debe estar dirigido de tal manera que dé la oportunidad de explorar si la solución es verdadera; además, nunca debemos dar nuestro consentimiento a esta (solución) mientras no se establezca la verdad con la mayor claridad. Este método de razonamiento puede tener una gran utilidad, pero en general los hombres abusan de él miserablemente (en Ducheyne, 2017. 234).[15]

Además, ‘s Gravesande formuló una serie de reglas para el uso de hipótesis, que son las siguientes:

1. El tema al que se refiere la pregunta debe examinarse con precisión y se requiere un conocimiento suficientemente extenso del tema.

[14] Para consultar el texto original, ‘s Gravesande*, Introductio ad philosophiam*, §968.

[15] Para consultar el texto original, ‘s Gravesande, *Introductio ad philosophiam*, §§969-971.

> 2. Debemos seleccionar de las circunstancias (es decir, los efectos) algunos de los principios (circunstancias), es decir (aquellos) que tienen algo digno de mención con respecto a los demás.
>
> 3. De estas (circunstancias) se vuelve a separar una (circunstancia) y se investigan algunas de las formas en que esta (circunstancia) puede tener lugar.
>
> 4. Se debe investigar si entre estas causas existe una determinada (causa), de la cual se siguen el resto de las circunstancias, (que fueron) separadas según lo prescrito por la segunda regla; si tal (causa) está presente, entonces se convierte en la hipótesis a explorar.
>
> 5. La hipótesis se explora aplicándola a todas las demás circunstancias conocidas para que se pueda establecer si satisface todas (esas circunstancias) aquí.
>
> 6. Debe examinarse la hipótesis misma y deducirse las consecuencias de ella para que se puedan descubrir nuevos fenómenos y se debe investigar si estos (fenómenos) realmente ocurren (en Ducheyne, 2017, pp. 234-235).[16]

Las primeras cuatro reglas corresponden a la generación de hipótesis. El propósito de la tercera es mostrar aquellas causas de las que pueden ser derivadas los principios de las circunstancias seleccionadas por la segunda regla. La cuarta regla selecciona de una lista de causas obtenida por la tercera regla, la causa de la que se sigue el resto de los principios de las circunstancias. Esta causa es la hipótesis que debe ser investigada. La quinta y la sexta regla explican cómo deben ser usadas las hipótesis. La quinta regla establece si la hipótesis obtenida por la regla precedente satisface todos los otros fenómenos conocidos. Si no los satisface, la hipótesis bajo consideración debe ser rechazada. Cuando los satisface, nuestra evaluación de la hipótesis dependerá del número de fenómenos que satisface con éxito. Si el número de los fenómenos que satisface la hipótesis es de un grado bajo, se debería investigar si otra hipótesis puede ser encontrada que explique con éxito más fenómenos. De esta manera, lo que anteriormente se consideraba como una ficción, deberá ser ahora tomado seriamente, ya que la hipótesis debe ser considerada como certeza. Cuando esto no se logra, recurrimos a la sexta regla, Con ella

[16] Para consultar el texto original, ‘s Gravesande, *Introductio ad philosophiam*, §§975- 984.

investigamos si la hipótesis bajo consideración es capaz de predecir fenómenos previamente desconocidos y si estas predicciones son correctas. Cuando ambas condiciones estipuladas en la sexta regla son totalmente conocidas, entonces lo que fue primeramente una hipótesis se ha convertido en una demostración certera. Si no, la hipótesis debe ser considerada como probable solamente (Ducheyne, 2017, pp. 235-236).

Jacob ‘s Gravesande consideraba la aptitud de las hipótesis capaces de salvar los fenómenos (quinta regla) y su capacidad para predecir nuevos fenómenos (sexta regla) como un criterio para la veracidad de una hipótesis. Estas condiciones se pueden dar juntas o no, según ‘s Gravesande (Ducheyne, 2017, p. 237).

Como hemos podido ver, Jacob ‘s Gravesande altera el método de Newton en lo referente a la cuarta regla con respecto al uso de las hipótesis. Con esto, habiendo seguido a Ducheyne, se ha logrado mostrar que dentro de los propios newtonianos no había una cierta uniformidad con relación al método y, según hemos visto en Musschenbroek, tampoco en su doctrina, ya que se posicionó del lado de Leibniz en algunos aspectos.

Teniendo todo esto en cuenta, en el siguiente apartado, donde trataremos la obra de Émilie du Châtelet, quien en un principio optó por el método newtoniano, pero, finalmente, se basó en el pensamiento leibniziano para formar su propio método, y todo lo anteriormente explicado parece tener cierta relevancia en su decisión.

2. Émilie du Châtelet y los orígenes del método hipotético-deductivo

Debemos situarnos en los años 30 del siglo XVIII para empezar a hablar de la filosofía de du Châtelet. Hasta este momento, hemos visto que se ha publicado la tercera edición de los *Principia*, la cuarta edición de la *Óptica* y los textos ya mencionados de los newtonianos. En Francia no habían llegado estos textos traducidos, ni siquiera la obra de Newton –será la propia du Châtelet la que se encargue de ello–, y el manual de física más “actualizado” era la obra escrita por Rohault, su *Traité de physique* (1671), que además se trataba de un manual de filosofía cartesiana. En 1738 encontramos ya la obra de Voltaire, *Éléments de la Philosophie de Newton*, donde explica su teoría de la luz (de la *Óptica*) y la gravitación (de los *Principia*). Es sabido que

du Châtelet ayudó a Voltaire a escribir la obra, por lo que la francesa optó por empezar a traducir la obra de Newton al francés desde este momento, terminándola en el año 1749 –año de su muerte– y siendo finalmente publicada en 1759.

En un principio, du Châtelet empezó a escribir su obra, *Institutions de Physique* (1740), desde un formato newtoniano. Al igual que hemos visto en las obras de los autores ya tratados, du Châtelet empezó incluyendo las *Regulae* de Newton, pero, tras leer la tercera edición de los *Principia* y la obra de algunos newtonianos, encuentra su método insuficiente. Además, vemos que, dependiendo del newtoniano del que hablemos, podemos comprobar que difieren en un punto u otro, ya sea en el estatuto de las matemáticas o en lo que pensaban sobre el uso de hipótesis, por lo que no podemos hablar de un método newtoniano –salvo el ofrecido por el propio Newton– que fuese uniforme.

Du Châtelet propone un método basado en fuentes empíricas y en principios del conocimiento a priori. En el lado empírico, fue la primera en articular una aproximación hipotético-deductiva, enfatizando elementos que nos acercan al falsacionismo y a evitar argumentos ad hoc. Para los principios del conocimiento, se basó en Leibniz, por lo que incluyó su principio de contradicción (PC) y el principio de razón suficiente (PRS). El hecho de que la obra de du Châtelet empezase con un capítulo dedicado a la metafísica es porque es necesario para entender el capítulo dedicado al método de investigación que ella utiliza, ya que la propia metafísica es parte del método (Brading, 2019, p. 27). Sabemos también, por otra parte, que el texto original de du Châtelet contenía la tercera regla de Newton por lo que, seguramente, contenía al menos las tres primeras reglas. De aquí concluimos que du Châtelet empezó siguiendo a Newton: con una discusión sobre el método, y otro capítulo dedicado a las reglas del filosofar de Newton. Sin embargo, en la versión que encontramos hoy día de la obra de du Châtelet, no hay rastro de las reglas de Newton (Brading, 2019, p. 28).

Du Châtelet no estaba conforme con los cartesianos ni con los newtonianos, y escribía lo siguiente sobre ambos:

> Descartes, quien estableció gran parte de su filosofía en el uso de hipótesis… le dio al mundo académico un sabor a hipótesis; y no tardó en caer en ficciones. Por lo tanto, los libros de filosofía, que

> deberían tener una colección de verdades, fueron escritos con fábulas y ensoñaciones (du Châtelet, 1740, §55).

En cuanto a los newtonianos, dice: "Newton, y sobre todo sus discípulos, han caído en el exceso opuesto". El razonamiento científico, dice, requiere hipotetizar:

> A poco que prestemos atención al modo en que se han hecho los descubrimientos más sublimes, veremos que solo llegamos después de haber hecho muchas hipótesis innecesarias ... dado que las hipótesis son a menudo el único medio para descubrir nuevas verdades ... Las hipótesis deben, por tanto, encontrar su lugar en las ciencias, puesto que son aptas para hacernos descubrir la verdad. (du Châtelet, 1740, §§57-58).

Encontramos, por lo tanto, que la obra de du Châtelet comenzó optando por las reglas para el filosofar de Newton, pero, finalmente, fueron sustituidas por los principios a priori de Leibniz. El segundo punto sobre su metodología (concerniente al rol de la experimentación y la experiencia) fue ya escrito antes de las revisiones: el manuscrito parcial incluía un capítulo sobre las hipótesis, y si comparamos la primera versión con la última, encontramos muy pocos cambios.

2.1. Los primeros principios

Habiendo introducido las ideas de du Châtelet, lo que resta se dedicará a mostrar cómo está formado su método. Empezaremos, en primer lugar, mostrando lo que dice sobre el PRS y el PC para, más tarde, hablar del capítulo de las hipótesis.

"Todos nuestros conocimientos nacen unos de otros y están fundados en ciertos principios cuya verdad es sabida sin siquiera reflexionar sobre ella, porque estos principios son autoevidentes" (du Châtelet, 1740, §1). Con estas palabras inicia du Châtelet sus Institutions, para a continuación mencionar que el error de Descartes fue establecer que la esencia de los cuerpos consistía sólo en extensión. Descartes tenía una idea clara y distinta de cuerpo sin molestarse en probar la posibilidad de esta idea, la cual está incompleta, ya que hay que añadirle los conceptos de la fuerza de inercia y de fuerza viva (o fuerza activa), lo cual explicaremos después.

Hay que sustituir la imaginación por la demostración, concluye du Châtelet (du Châtelet, 1740, §2).

Así pues, el primer principio necesario para nuestra autora es el principio de contradicción, que prohíbe simultáneamente afirmar y negar la misma cosa, el cual constituirá el primer axioma en el cual se fundan todas las demás verdades. De aquí se seguirá lo imposible y lo posible17, siendo lo imposible todo aquello que conlleve una contradicción, lo cual nos lleva a tener ideas engañosas18.

El principio de contradicción nos habla de las verdades necesarias19, esto es, de las verdades que pueden ser sólo determinadas de un único modo, ya que esto es lo que significa necesario20.Dicho de otro modo, este principio habla de lo que es y no es: lo que es de una manera, no puede ser de otra y viceversa, ya que si lo que es no fuese, sería contradictorio, y esto va contra el principio de contradicción. Pero para hablar de verdades contingentes, es decir, de verdades que podrían ser o no ser y que no son más necesarias las unas que las otras, necesitamos otro principio. El segundo principio de nuestro conocimiento que responde ante las verdades contingentes es el principio de razón suficiente, el cual se define como un principio de nuestro entendimiento, que nos dice que todo lo que ocurre tiene una razón suficiente para ser así y no de otra manera, o, en otras palabras, todo tiene una explicación suficiente. (du Châtelet, 1740, §8). Sin este principio, no habría cosas idénticas, ya que dos cosas son idénticas cuando una sustituye a la otra sin ningún cambio en las propiedades que son consideradas. Tampoco seríamos capaces de decir que el universo y sus partes, las cuales están interconectadas, fueron

[17] El primer uso del principio de contradicción por parte de Du Châtelet, entonces, es decididamente wolffiano, ya que su tarea es separar lo imposible de lo posible. A pesar de este tinte wolffiano, en toda la obra no se menciona al filósofo alemán, pero parece ser que sí lo leyó a través de König mientras éste le daba clases de geometría en 1739.

[18] Du Châtelet pone el ejemplo del movimiento más rápido de una rueda usada por Leibniz para refutar a Descartes. Para Leibniz es fácil mostrar que el movimiento más rápido es imposible de medir, ya que extendiendo la idea de velocidad hacia "lo más rápido" llegamos al infinito. Ejemplo usado para poner un mayor énfasis en la demostración.

[19] En geometría, para du Châtelet, sólo opera el principio de contradicción, ya que todas sus verdades son necesarias.

[20] Si antes decíamos que se asemejaba más a Wolff en el uso del principio de contradicción, ahora podemos afirmar que sigue a Leibniz al dirimir entre lo necesario y lo contingente.

creados por una sabiduría suprema, por lo que se podría pensar que el universo ha sido creado por accidente, por la nada, lo cual es contrario al principio de razón suficiente. Será este principio, entonces, aquel que nos guíe en nuestra mente; es lo que distingue a la imaginación del buen razonamiento. Detlefsen (2018) sostiene que esta parte captura dos aspectos importantes de la filosofía de du Châtelet. La primera es que ella toma el mundo natural como un todo cuyas partes están interconectadas sistemáticamente. Esta sistematicidad natural es crucial para su método científico. El segundo punto importante implícito es que ella claramente se alía con lo que ahora llamaríamos el lado intelectualista del debate voluntarista-intelectualista. 21

Una vez expuestos los dos principios, du Châtelet distinguirá entre lo posible y lo actual. Como vimos arriba, todo lo que no implique contradicción será posible, pero no tiene por qué ser actual. Para que una cosa sea actual, es necesaria su existencia. La posibilidad no implica que una cosa sea actual por sí sola, sino que necesita del principio de razón suficiente. Una causa debe contener no sólo el principio de actualidad de la cosa que es causada, sino también la razón suficiente, lo que hace posible que un ser inteligente entienda por qué existe dicha cosa22 (du Châtelet, 1740, §9).

Du Châtelet añade dos principios más que surgen del PRS: el principio de indiscernibles y el principio de continuidad. En cuanto al primero, su tarea es eliminar dos o más cosas que

[21] Du Châtelet, cuando escribió *Institutions de Physique*, se había acomodado claramente en el lado intelectualista, y el principio de razón suficiente guía a Dios en sus elecciones, no menos que a los humanos. En este punto, ella se opone directamente a Voltaire, quien sugiere que no debemos buscar, en sus palabras, "causas suficientes" en la naturaleza para los fenómenos naturales; más bien, debemos tener en cuenta que la primera causa de las actividades de la naturaleza es referirse a la voluntad y el poder de Dios. Basta con apelar a esto como la fuente de los fenómenos, y luego dejarlo así. Du Châtelet disiente de este enfoque, y no solo porque confunde, en su opinión, la naturaleza de Dios. Más bien, es un recurso que no deberíamos hacer como científicos (du Châtelet, 1740, §162), ya que es un enfoque absolutamente no científico de un problema natural, poniendo la causa de los fenómenos completamente más allá de nuestra capacidad para investigarlos. De manera cruda, el debate se centra en si la voluntad de Dios o el intelecto de Dios tienen prioridad en sus acciones con respecto al mundo creado, incluido el acto mismo de la creación. Un voluntarista diría que la voluntad de Dios tiene prioridad, y que Dios puede querer cualquier cosa para que sea el caso. Lo que quiera que sea solo sería verdadero y bueno porque él lo quiso. Por lo tanto, Dios podría haber querido que 2 + 2 = 5 fuera verdad, y así sería verdad. A la inversa, un intelectualista diría que el intelecto de Dios tiene prioridad en sus acciones con respecto a la creación, incluida la creación misma. Primero entiende lo que es verdadero y bueno, y luego desea que ciertas cosas se alcancen porque su intelecto entiende la verdad y la bondad de ellas (y su benevolencia guía su elección).

[22] Uno de los objetivos de este principio de razón suficiente era el de desvanecer el razonamiento escolástico de la filosofía, ya que se hablaba de *naturalezas plásticas* o *almas vegetativas* como causas.

sean idénticas. De este principio deducimos que las partículas más pequeñas de materia son discernibles, y una no podría ser usada en el lugar de la otra sin perturbar el equilibrio del universo23 (du Châtelet, 1740, §12). Es interesante resaltar el papel de la tecnología para la clarificación de nuestras ideas en du Châtelet. Aunque a simple vista no distingamos dos cosas que parecen ser idénticas, el uso de instrumentos lo hará. Así pues, cuando vemos dos objetos diminutos que parecen idénticos, "un microscopio descubre sus diferencias por nosotros" (du Châtelet, 1740, §12).

Además de este tercer principio, se sigue otro principio más del principio de razón suficiente, a saber, la ley de continuidad. Esta ley hace que un objeto o ser pase a ser diferente, siempre y cuando el estado anterior lleve consigo la razón suficiente que dé origen al nuevo estado. Un estado nuevo no nace de la nada, necesita un estado anterior que lo explique. Du Châtelet usa la geometría como ejemplo de esta ley:

> En la geometría, donde todo se hace siguiendo el mayor orden, vemos que esta regla se observa con una exactitud extrema, pues todos los cambios que ocurren en las líneas que son unas, es decir en una línea que es la misma, o en las líneas que hacen en conjunto un solo y mismo todo, todos estos cambios, digo, no ocurren más que después de que la figura haya pasado por todos los cambios posibles que conducen al estado que adquiere: así una línea que es cóncava hacia un eje como la línea A-B hacia el eje AD, no deviene convexa de repente sin pasar por todos los estados que hay entre la concavidad y la convexidad, y por todos los grados que pueden llevar de uno al otro; así la concavidad comienza a disminuir en grados infinitamente pequeños hasta el punto B donde la línea no es ni cóncava, ni convexa, y que llamamos punto de inflexión; es en este punto en que acaba la concavidad y comienza la convexidad y se forma en este punto B una línea infinitamente pequeña paralela al eje AD, pero que pasa por este punto B, la convexidad comienza y crece en grados infinitamente pequeños como saben los matemáticos (du Châtelet, 1740, §13).

Además, también se sigue de esta ley que no existe un cuerpo perfectamente duro en la naturaleza, ya que una colisión de cuerpos perfectamente duros no podría tener lugar en tanto que los cuerpos duros pasarían todos de una vez del reposo al movimiento, y de un movimiento en una dirección a otro movimiento en la dirección contraria. Todos los cuerpos tienen un grado de elasticidad que les permite satisfacer esta ley de continuidad que la naturaleza nunca viola. Así, concluimos que cuando una condición da lugar a una propiedad, se generan nuevas

[23] Contra el atomismo y a favor de la monadología.

condiciones que son idénticas a las condiciones primeras que dieron lugar al cambio posterior de las nuevas propiedades, por lo que la propiedad que resultó de las condiciones iniciales debe cambiarse por la misma gradación en la propiedad que es una continuación de las condiciones posteriores en las que se produjo la primera modificación.

Para terminar, mostraremos el contenido del capítulo 4 de las *Institutions*, dedicado al uso de las hipótesis, que constituye la segunda parte del método ideado por du Châtelet.

2.2. El papel de las hipótesis en el método de du Châtelet

El objetivo de toda ciencia debe ser la búsqueda de las verdaderas causas de los efectos naturales y de los fenómenos que observamos. Du Châtelet nos dice que hay un "hueco epistémico" entre las causas verdaderas y los principios de nuestro conocimiento y los experimentos y la experiencia, por lo que debemos aceptar explicaciones que sean meramente probables (du Châtelet, 1740, §55-58)[24]. Du Châtelet no nos ofrece ninguna explicación sobre a qué se refiere con "probable", pero explica las condiciones bajo las que debemos buscar una explicación probable, y por lo tanto aceptarla. Sólo aquellos que son capaces de demostrar las causas verdaderas de los fenómenos no tienen necesidad de hipótesis y, como nadie está en condiciones de hacer esto, necesitamos proceder con hipótesis en nuestras investigaciones sobre la naturaleza. Las hipótesis sirven para explicar los fenómenos, la causa por la cual no pueden ser descubiertos ni por experimentación ni por demostración.[25] El éxito sólo vendría tras muchas hipótesis innecesarias que no fueron fructíferas; a pesar de esto, las hipótesis son el único modo de llegar a nuevas verdades, aunque el camino a dichas verdades sea lento y difícil.

Es interesante detectar que para du Châtelet, las matemáticas son construidas a partir de hipótesis también (du Châtelet, 1740, §59). Pone el ejemplo de la división, que está fundada

[24] El papel de las hipótesis en Châtelet es tanto epistémico como instrumental. Es epistémico en tanto que las hipótesis funcionan como un garante provisional de conocimiento, el cual puede acabar siendo conocimiento real de las causas físicas. También es instrumental, en tanto que es una herramienta que utilizamos para evaluar qué camino seguir en ciencia para acercarnos cada vez más a la verdad, aunque sea en términos probabilísticos.

[25] Du Châtelet distingue entre experimentación y demostración. La experimentación es el hecho de buscar nueva información sobre los fenómenos, mientras que la demostración es volver a replicar el experimento de alguien para probarlo.

en hipótesis. Cuando empezamos una división, suponemos que el divisor está contenido en el dividendo tantas veces como el primer número del divisor está contenido en el primer número, o en los dos primeros números del dividendo; y luego verificamos esta suposición multiplicando el divisor por el cociente, y restando del dividendo el producto de esta multiplicación.[26]

Hay dos reglas a seguir a la hora de formar hipótesis:

1. No estar en contradicción con el principio de razón suficiente ni con ningún otro principio que sea fundamento de nuestro conocimiento.
2. Tener cierto conocimiento de los hechos que están a nuestro alcance, y conocer todas las circunstancias relacionadas con los fenómenos que vamos a explicar (du Châtelet, 1740, §61).

Además de estas reglas, hay que evitar ciertos obstáculos. Las hipótesis no deben ser tomadas como la verdad misma hasta que uno no sea capaz de dar pruebas irrefutables. Es necesario establecer el grado de posibilidad de las hipótesis y no usarlas como demostraciones.[27] ¿Cuál es el papel de los experimentos en las hipótesis? Un experimento no es suficiente para que una hipótesis sea aceptada, pero un solo experimento sirve para rechazarla cuando es contrario a dicha hipótesis. Esto no resulta tan sencillo como parece, ya que podemos encontrar que una parte de una hipótesis sea verdadera, mientras que la otra parte sea falsa, por lo que hay que corregir esta parte que entra en contradicción con el experimento. Descartes atribuyó la caída de los cuerpos hacia el centro de la Tierra a un vórtice de material fluido que impelía a los cuerpos a moverse hacia dicho centro. Pero Huygens demostró con un experimento que, de acuerdo a esta suposición, los cuerpos no deberían ser dirigidos en una caída perpendicular hacia el eje de la Tierra y tampoco hacia el centro. Asimismo, Newton demostró que estos

[26] Las hipótesis deben estar acompañadas por la observación, por lo que las matemáticas deben poder observarse a través de las hipótesis para poder llegar a su verdad. Esto la separa radicalmente de la tradición leibniziana, ya que, en Leibniz, las matemáticas son verdades de razón, puramente analíticas.

[27] De nuevo carga contra Descartes en esta explicación. En el §63, du Châtelet escribe que Descartes llenó libros de hipótesis que usaba para explicar hechos.

vórtices no eran la causa del movimiento de los planetas a través de las leyes de Kepler. Pero esto no concluye legítimamente que un vórtice concebido de diferente forma, no pueda ser la causa de estos movimientos (du Châtelet, 1740, §65).[28] Tenemos que sopesar todas las consecuencias posibles cuando hacemos hipótesis, y entonces contrastarlas con experimentos. Las hipótesis confirmadas por experimentos aumentarán sus probabilidades de ser ciertas.

¿Qué son entonces las hipótesis? Proposiciones probables que tienen un mayor o menor grado de certeza, dependiendo de si satisfacen un mayor o menor número de circunstancias que rodean a un fenómeno. Las hipótesis se vuelven verdades cuando su probabilidad incrementa hasta tal punto que uno las puede presentar como certezas (du Châtelet, 1740, §67). Ejemplo de esto sería el sistema del mundo de Copérnico o el anillo de Saturno descubierto por Huygens.

Para concluir con las hipótesis, hay que tener dos aspectos en cuenta para que nuestras hipótesis no queden invalidadas:

1. Se debe tener razones para preferir unas suposiciones a otras. De otro modo, se da lugar a ficciones o principios falsos sin ningún fundamento.
2. Las hipótesis tienen que formularse sobre fenómenos que sabemos que existen, es decir, no se puede hacer hipótesis sobre fenómenos de los cuales no tenemos ninguna evidencia.

Las hipótesis son uno de los grandes medios del arte de la invención, dice du Châtelet. Una buena hipótesis tiene lugar cuando se ha observado un fenómeno tantas veces que es imposible especular nada arbitrario sobre dicho fenómeno. Las hipótesis se aplican sobre los fenómenos empíricos que vemos que se repiten una y otra vez en la naturaleza. Una vez tomados los datos empíricos, es posible efectuar hipótesis sobre la causa de dichos fenómenos. A través de lo que sabemos de los fenómenos empíricos, de sus verdades, intentamos encontrar su

[28] Du Châtelet continúa dándole crédito a Descartes para probar su posición sobre el uso correcto de las hipótesis. Hay que tener en cuenta que Newton nunca explicó la causa de la atracción, sólo sus efectos observados en el universo.

causa, esto es, a través de las verdades experimentales, a las cuales llegamos a través de las hipótesis, que, como ya hemos dicho, cuanto mayor probabilidad haya de que el experimento confirme el fenómeno, más verdadera será la hipótesis.

Por tanto, du Châtelet se aleja de los extremos de los newtonianos y de los cartesianos, ya que ninguno de los métodos usados por ellos contribuía al buen desarrollo de la investigación de la naturaleza. Sin embargo, du Châtelet aceptó, como los cartesianos, que el "hueco" entre los primeros principios y los fenómenos observables es tan grande que la deducción a partir de los principios no sería factible. Al igual que los newtonianos, ella buscó, sin embargo, superar el exceso de hipótesis permitidas por el método cartesiano para llegar a razones probables para los fenómenos observables. Sin embargo, su método para usar recursos empíricos es marcadamente diferente de las discusiones sobre inducción ofrecidas por los newtonianos (Brading, 2019: 43). Ciertamente, la propuesta de du Châtelet es una rica contribución al papel de la investigación empírica en relación con las hipótesis en las teorías científicas, y merece una considerable atención por nuestra parte. Lo que más hay que enfatizar de este aspecto es lo contemporáneo que resulta su método.

Para cuando du Châtelet estaba terminando su texto, aparecieron los dos primeros libros del *Tratado de la naturaleza humana* de Hume (1739), aunque aún no habían tenido impacto. Para aquellos que buscaban el uso de métodos empíricos para llegar al conocimiento seguro de ciertas causas de los fenómenos, la falta de una defensa adecuada del razonamiento inductivo se hacía patente, y esa es probablemente la razón por la que du Châtelet encontró la discusión de las bases epistemológicas del razonamiento inductivo en los textos newtonianos insatisfactoria.

Conclusiones

Hemos mostrado las dos tesis que planteamos al inicio de este artículo. Por un lado, hemos mostrado que el método newtoniano no es uniforme en todos los pensadores de la época y, ya sea en el uso u origen de las matemáticas o, en la opinión sobre las hipótesis, hay

divergencias con respecto a lo que proponía Newton. Por otro lado, podemos pensar que el método de du Châtelet podría haber influido en nuestro método hipotético-deductivo actual.

Tal y como proclamaba ‘s Gravesande, ser newtoniano es seguir a Newton en su método, pero hemos visto que esto tampoco es así por su parte. Podemos pensar que con los años cambió de opinión, ya que el capítulo de su obra que hemos tratado data del año 1720, pero, la segunda obra comentada, su *Introductio ad Philosophiam, Metaphysicam et Logicam*, es del año 1736 y es aquí donde encontramos las divergencias con Newton. Podemos pensar que, si hubiese estado de acuerdo con el método newtoniano, podría haber incluido en alguna de las ediciones (su tercera edición data del año 1742) de sus *Physices elementa mathematica* la cuarta regla, pero en lugar de ello nos encontramos con su *Introductio ad Philosophiam* donde no sólo no incluye la cuarta regla, sino que no está de acuerdo con ella.

Estas divergencias nos muestran que el método newtoniano no es uniforme, y no sólo eso, sino que, gracias a las diferentes metodologías propuestas por los newtonianos y du Châtelet, vemos cómo efectivamente el siglo XVIII no puede ser considerado como un siglo de ciencia normal, dicho en términos kuhnianos. El siglo XVIII es, ante todo, una época de revolución metodológica.

Sin embargo, existe la posibilidad de que la divergencia entre Newton y los newtonianos se deba al significado de la palabra hipótesis o, por otro lado, también cabe la posibilidad de que sea la necesidad del uso de las hipótesis como recurso para hacer ciencia según su orden metafísico lo que diferencia a Newton de los newtonianos. Newton señala que en su filosofía experimental no usa la palabra "hipótesis" en un sentido tan amplio como para incluir esos primeros principios que él llama las leyes del movimiento. Estas leyes del movimiento, le dice a Cotes (cfr. Corresp. V, pp. 396-7), tienen la mayor evidencia que una proposición puede tener en su filosofía. Dicha evidencia, afirma, resulta de deducir proposiciones de fenómenos y generalizarlos por inducción. Por el contrario, dice que no está usando "hipótesis" para fenómenos ni para proposiciones deducidas de fenómenos, sino solo para asunciones supuestas sin ninguna prueba experimental (Harper, 2011, p. 349). Alan E. Shapiro (2004) ha mostrado que Newton introdujo y llegó a enfatizar términos como "deducción de fenómenos", "el método de

análisis y síntesis", "filosofía experimental" y "el método de inducción", cuando los *Principia* fueron atacados y cuando fue acusado de introducir *qualitatis occultae* en la filosofía natural.

Incluso antes de los newtonianos tratados aquí, a finales del siglo XVII, tanto Boyle como Hooke concibieron hipótesis que utilizaron como sinónimo de "teorías", como "explicaciones" causalmente suficientes y probables de los fenómenos naturales. Para Boyle, una hipótesis era una suposición (verdadera o falsa) que se ha ideado como principio para así ayudar a la investigación de las causas de los fenómenos. Hooke era igualmente partidario del uso de hipótesis en la filosofía natural: las hipótesis tenían un claro valor pedagógico y heurístico. El hecho de que se utilizaran hipótesis en el proceso de construcción de la teoría no significaba, para Hooke, que el resultado final seguiría siendo conjeturado: al explorar y probar sistemáticamente las hipótesis, incluidas las potencialmente falsas, eventualmente se establecen axiomas verdaderos. Hooke, sin embargo, no tenía claro cómo se lograría esto último. Newton, con su llamada al conocimiento demostrativo, se distanció de esta tradición probabilística dentro del medio de la *Royal Society* (Ducheyne, 2012, pp. 60-62).

En resumen, los motivos que llevaron a algunos newtonianos a distanciarse de Newton fueron: (1) distintas necesidades (metafísicas o epistémicas) para el uso de las “hipótesis” y (2) la incomprensión del método geométrico por parte de algunos newtonianos que elaboró Newton. Esto fue el caldo de cultivo para que du Châtelet pudiese confeccionar su propio método científico, esta vez con hipótesis y siguiendo a Newton en su manera de hacer física. Ante la falta de explicación por parte de Newton sobre la causa de la gravedad, du Châtelet parece ser que prefirió recurrir a la metafísica leibniziana para poder dar cuenta de ella, originando así este nuevo método de investigación científica.

Referencias

Brading, K. (2019). *Émilie du Châtelet and The foundations of physical science*, NY, Routledge focus.

Brunet, P. (1926). *Les physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au XVIIIè siècle*, Paris, Librairie Scientifique Albert Blanchard.

Detlefsen, K. "Émilie du Châtelet", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2018 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/emilie-du-chatelet/

de Paz, M. (2021) "La matemática en los Principia: ¿era Newton un platónico?", en Secco, G., Sautter, F. T., Esquisabel, O y Sanz, W. *De Mathematicae atque Philosophicae Elegantia, Notas Festivas para Abel Lassalle Casanave*, London, College Publications. ISBN: 978-1-84890-382-1.

Du Châtelet, É. (1740). *Institutions de Physique*, Paris, Prault fils.

Ducheyne, S. (2012). *The Main Business of Natural Philosophy: Isaac Newton's Natural-Philosophical Methodology*, Dordrecht, Springer.

Ducheyne, S. (2017). "'s Gravesande and Van Musschenbroek's Appropiation of Newton's Methodological Ideas" en Boran, E. A., & Feingold, M. (Eds.). (2017). *Reading Newton in early modern Europe*. BRILL.

's Gravesande, W. J. (MDCCXLVII. [1747]. Introductio ad Philosophiam, Metaphysicam et Logicam. Venetiis, Typis Jo. Baptiste Pasquali.

's Gravesande, W. J. (MDCCXLII. [1742]). *Physices elementa mathematica esperimentis confirmata sive Introductio ad philosophiam newtonianam*. Editio tertia duplo auctior, Leidae: apud Johannem Arnoldum Langerak, Johannem et Hermannum Verbeek, 1742.

Harper, W. (2011). *Isaac Newton's Scientific Method: Turning data into Evidence about Gravity and Cosmology*, Oxford, Oxford University Press.

Keill, J. (MDCCXLV. [1745]). *An introduction to natural philosophy*: or, philosophical lectures read in the University of Oxford, Anno Dom. 1700. To which are added, the demonstrations of Monsieur Huygens's theorems, concerning the centrifugal force and circular motion. By John Keill M. D. Savilian Professor of Astronomy. F. R. S. Translated from the last edition of the Latin. 4th ed. printed [by Henry Woodfall] for M. Senex, W. Innys, T. Longman and T. Shewell.

Musschenbroek, P. V. (MDCCXLIV. [1744]). *The elements of natural philosophy*. Chiefly intended for the use of students in universities. By Peter van Musschenbroek, M.D. Professor of Mathematicks and Philosophy in the University of Leyden. Translated from the Latin by John Colson, M. A. and F. R. S. Lucasian Professor of Mathematicks in the University of Cambridge. ... Vol. 1. printed for J. Nourse, at the Lamb without Temple-Bar.

Newton, I. (1959-77). *The Correspondence of Isaac Newton. Turnbull, H.W*. (ed., vols. I-III), Scott, J.F. (ed., vol. IV), Hall, A.R. and Tilling, L. (ed., vols. V-VII). Cambridge: Cambridge University Press. (Corresp.) Nordtvedt, K. (1968a).

Newton, I. (1704) [1979]. *The Opticks, or a treatise of reflections, refractions, inflections and colours of light*. New York: Dover.

Newton, I. (1687) [1999]. *The Principia, mathematical principles of natural philosophy*, a new translation by I. Bernard Cohen and Anne Whitman, assisted by Julia Budenz, preceded by a guide to Newton's Principia by I. Bernard Cohen. Berkeley, CA: University of California Press.

Pemberton, H. (MDCCXXVIII. [1728]). *A view of Sir Isaac Newton's philosophy*. By Dr. Pemberton. Re-printed by and for John Hyde in Dame-Street, and for John Smith and William Bruce on the Blind-Key, Booksellers.

Shapiro, A. E. (2004). Newton's "Experimental Philosophy" en *Early Science and Medicine*, 9(3), 185–217.

Recebido em: 14/02/2022
Aprovado em: 10/10/2022

Daniel N. Camesella
FPU Research Assistant (Fellowship by Spanish Ministry of Education) in the Universidad de Sevilla (Spain). Currently he writes his Ph.D dissertation under the supervision of María de Paz about scientific methodology in the eighteenth century. Grad. in Philosophy (Sevilla, 2020) and M.A in Modern Philosophy (Sevilla, 2021).